

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

Jc879 U.S. PRO
10/068602

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日
Date of Application:

2001年 2月28日

出 願 番 号
Application Number:

特願2001-055997

出 願 人
Applicant(s):

インターナショナル・ビジネス・マシーンズ・コーポレーション

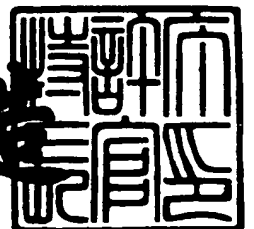
CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2001年 5月25日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



【書類名】 特許願

【整理番号】 JP9000456

【提出日】 平成13年 2月28日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G11B 21/10

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県藤沢市桐原町1番地 日本アイ・ビー・エム株式会社 藤沢事業所内

【氏名】 北崎 信幸

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県藤沢市桐原町1番地 日本アイ・ビー・エム株式会社 藤沢事業所内

【氏名】 小笠原 健治

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県藤沢市桐原町1番地 日本アイ・ビー・エム株式会社 藤沢事業所内

【氏名】 清水 雅裕

【特許出願人】

【識別番号】 390009531

【氏名又は名称】 インターナショナル・ビジネス・マシーンズ・コーポレーション

【代理人】

【識別番号】 100086243

【弁理士】

【氏名又は名称】 坂口 博

【代理人】

【識別番号】 100091568

【弁理士】

【氏名又は名称】 市位 嘉宏

【代理人】

【識別番号】 100106699

【弁理士】

【氏名又は名称】 渡部 弘道

【復代理人】

【識別番号】 100104880

【弁理士】

【氏名又は名称】 古部 次郎

【選任した復代理人】

【識別番号】 100100077

【弁理士】

【氏名又は名称】 大場 充

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 081504

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9706050

【包括委任状番号】 9704733

【包括委任状番号】 0004480

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ディスク・ドライブ装置、ヘッド位置制御方法およびハード・ディスク・ドライブ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 データを記憶するディスク状媒体と、
前記ディスク状媒体に対してデータの書き込みまたは読み出しを行なうヘッドと、

前記ヘッドを前記ディスク状媒体の所定位置に移動させるためのアクチュエータと、

前記アクチュエータの駆動を制御することにより前記ヘッドの位置決めを行なうとともに、第 1 のゲインを生成する第 1 の積分器と前記第 1 のゲインよりも大きな第 2 のゲインを生成する第 2 の積分器とを有する位置制御手段と、
を備えることを特徴とするディスク・ドライブ装置。

【請求項 2】 前記第 1 の積分器と前記第 2 の積分器とは並列に接続されていることを特徴とする請求項 1 に記載のディスク・ドライブ装置。

【請求項 3】 前記ヘッドは、前記ディスク状媒体の所定位置に移動するシーク動作と、当該位置に留まってデータの書き込みまたは読み出しを行なうフォロー動作とを行ない、

前記シーク動作中には前記第 1 の積分器を機能させ、

前記フォロー動作中には前記第 2 の積分器を機能させる構成を備えたことを特徴とする請求項 1 に記載のディスク・ドライブ装置。

【請求項 4】 前記第 1 の積分器と前記第 2 の積分器との間にスイッチ手段が設けられ、

前記シーク動作中には前記スイッチ手段が閉じることにより前記第 1 の積分器が機能し、

前記フォロー動作中には前記スイッチ手段が開くことにより前記第 2 の積分器または第 1 の積分器と第 2 の積分器とが機能することを特徴とする請求項 3 に記載のディスク・ドライブ装置。

【請求項 5】 データを記憶するディスク状媒体と、

前記ディスク状媒体の所定位置に移動するシーク動作と、前記所定位置に留まってデータの書き込みまたは読み出しを行なうフォロー動作とを行なうヘッドと

前記ヘッドを前記ディスク状媒体の前記所定位置に移動させるためのアクチュエータと、

前記アクチュエータの駆動を制御することにより前記ヘッドの位置決めを行なうとともに、前記シーク動作中に対応する第1のゲインを生成しかつ前記シーク動作から前記フォロー動作に移行すると前記第1のゲインとは異なる第2のゲインを生成する積分器を有する位置制御手段と、
を備えることを特徴とするディスク・ドライブ装置。

【請求項6】 前記第2のゲインは前記第1のゲインよりも大きいことを特徴とする請求項5に記載のディスク・ドライブ装置。

【請求項7】 前記積分器は、前記第1のゲインを生成する第1の積分器と、前記第2のゲインを生成する第2の積分器とを有することを特徴とする請求項5に記載のディスク・ドライブ装置。

【請求項8】 前記積分器は、前記シーク動作から前記フォロー動作に移行するに際して、前記積分器のゲインが第1のゲインから第2のゲインに切り替わることを特徴とする請求項5に記載のディスク・ドライブ装置。

【請求項9】 データの読み出しまたは書き込みを行なうヘッドの記憶媒体上における位置をサーボ情報に基づいて制御する方法であって、

前記ヘッドが前記記憶媒体上を移動している間は第1のゲインに基づいて前記ヘッドの位置制御を行ない、

前記ヘッドが前記記憶媒体上の所定の位置に停止している間は前記第1のゲインより大きな第2のゲインに基づいて前記ヘッドの位置制御を行なう、
ことを特徴とするヘッド位置制御方法。

【請求項10】 前記第1のゲインは、前記ヘッドが前記記憶媒体上を移動しかつ前記所定の位置に停止するまでの動作の安定性を確保する値に設定されることを特徴とする請求項9に記載のヘッド位置制御方法。

【請求項11】 前記第2のゲインは、前記ヘッドが前記所定の位置に停止

している間に、300Hz以下の周波数領域の外乱に対するサーボ追従性を確保する値に設定されることを特徴とする請求項9に記載のヘッド位置制御方法。

【請求項12】 サーボ情報が記憶された磁気ディスクと、

前記磁気ディスク上をシークしかつ所定位置に留まってデータの読み出しまたは書き込みを行なうための磁気ヘッドと、

前記磁気ヘッドを前記磁気ディスクの前記所定位置に移動させるためのアクチュエータと、

前記磁気ヘッドが読み出した前記サーボ情報に基づいて前記磁気ヘッドの位置を制御しかつ積分器を有するヘッド位置制御手段と、を備え、

前記積分器は、第1のゲインと前記第1のゲインより大きな第2のゲインとを生成し、かつ前記第1のゲインは前記磁気ヘッドがデータの読み出しおよび書き込みを行なわないときに生成し、前記第2のゲインは前記磁気ヘッドがデータの読み出しまたは書き込みを行なうときに生成することを特徴とするハード・ディスク・ドライブ。

【請求項13】 前記第1のゲインは、前記磁気ヘッドがシーク状態にあるときに生成されることを特徴とする請求項12に記載のハード・ディスク・ドライブ。

【請求項14】 前記積分器は、前記第1のゲインを生成する第1の積分器および前記第2のゲインを生成する第2の積分器とから構成されることを特徴とする請求項12に記載のハード・ディスク・ドライブ。

【請求項15】 前記積分器は、第1のゲインおよび第2のゲインを切り替えて生成することを特徴とする請求項12に記載のハード・ディスク・ドライブ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、ハード・ディスク・ドライブに代表されるディスク・ドライブ装置に関し、特にディスク・ドライブ装置においてデータの読み出しまたは書き込みを行なうヘッドの位置制御に関するものである。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

ハード・ディスク・ドライブは最も普及しているコンピュータの外部記憶装置の一つである。ハード・ディスク・ドライブの記憶媒体である磁気ディスクは、周知のようにディスク表面を木の年輪状に分割したトラックをさらに放射状に区切ったセクタをデータの記録最小単位としている。磁気ディスク外周になるほど線記録密度を高くすることができる。そこで、現在磁気ディスクのデータ記録方式として主流をなすゾーン・ビット・レコーディング (Zoned Bit Recording) 方式では、全てのトラックをいくつかのゾーンにグループ分けし、各ゾーン内では線記録密度を一定とする。すると、セクタの長さは通常 5 1 2 バイトであるから、磁気ディスクの外周に近いトラックほどセクタ数は多くなる。

ハード・ディスク・ドライブは、磁気ディスクに記憶されているデータを読み出し、または磁気ディスクにデータを書き込むための磁気ヘッドを備えている。この磁気ヘッドは、VCM (Voice Coil Motor) によって揺動するアクチュエータ機構に装着されている。

磁気ヘッドがデータの読み出しまたはデータの書き込みを行なう場合、アクチュエータ機構を駆動することにより、磁気ヘッドを所定のトラックに移動かつ位置決めさせる。この移動、位置決め動作をシークと呼んでいる。磁気ヘッドは、磁気ディスク上に記憶されたサーボ情報を手がかりに所定のトラックにシークされる。

【 0 0 0 3 】

磁気ディスクのトラックは、前述したように複数のセクタに区分されている。そして、各セクタはデータが記憶されるデータ領域であり、磁気ディスク上にはその他にサーボ情報が記憶されるサーボ領域を備えている。このサーボ領域には、サーボ情報として、トラック識別情報およびバースト・パターンが記憶されている。トラック識別情報は各データ・トラックのトラック・アドレスを表す情報であり、磁気ヘッドによって読み取られ、磁気ヘッドが現在位置するトラック位置を判断可能とするものである。バースト・パターンは各々信号が記憶された領域が磁気ディスクの半径方向に沿って一定間隔で配列されたもので、互いに信号

記憶領域の位相が異なる複数の信号記憶領域列で構成されている。これらのパターンから出力される信号に基づいて、データ・トラックに対する磁気ヘッドのずれ量を判定可能とするものである。磁気ディスクに対するデータの読み出しまたは書き込みは、磁気ディスクが回転している状態において、サーボ情報によって磁気ヘッド位置を確認しながら、ずれが発生した場合には、これを補正するようにアクチュエータ機構、つまり磁気ヘッドを駆動して位置制御を実行している。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

磁気ヘッドが磁気ディスクの所定トラックにデータを書き込みまたはデータを読み出す場合に、磁気ヘッドの位置決め精度が問題となる。近時、磁気ディスクの記録密度の向上に伴い、高い位置決め精度が要求されている。また、磁気ヘッドの位置決め精度を阻害する要素として、外乱がある。外乱として、アクチュエータ機構自身の自重、アクチュエータ機構に取付けられたフレキシブル・ケーブルの弾性力等が指摘されている。したがって、これまで磁気ヘッドを高精度に位置決めする技術が種々提案されている。

【0005】

磁気ヘッドが所定のトラックに正確に位置決めされたことを確認した後に、データの書き込みまたは読み出しを実行する。したがって、データの書き込みまたは読み出し命令がなされても、磁気ヘッドの位置決めがなされるまで、データの書き込みまたは読み出しを待機することになる。これまで提案された磁気ヘッドの位置決め制御技術により、データの書き込みまたは読み出し動作の待機という現象は軽減された。ところが、記録密度の向上に伴って、これまで提案された制御技術によってもデータの書き込みまたは読み出し動作の待機を回避することができないという報告がなされている。

したがって本発明は、高記録密度の磁気ディスクにおいても、データの書き込みまたは読み出し動作の待機を低減することができる手法の提供を課題とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】

本発明者は、データの書き込みまたは読み出し動作の待機、換言すれば磁気ヘ

ヘッドの位置決め精度が不十分となる要因として、これまで報告されていない要因があるのではないかと推測した。そこで、種々の環境においてハード・ディスク・ドライブを搭載するパーソナル・コンピュータ（以下、PC）を動作させた上で、データの書き込みまたは読み出し動作の待機状態を観察した。その結果、これまでに報告されていない新たな外乱要因があることを知見した。

その1つは、PCに装着されているCD-ROMドライブである。つまり、CD-ROMドライブ動作時にCD-ROMの回転に伴う低周波の振動がハード・ディスク・ドライブに対する外乱となり、その外乱をサーボが吸収することができないために、磁気ディスクへのデータ書き込み動作が行なわれない場合があることを確認した。より具体的な事例として、CD-ROMに記憶されているアプリケーションを磁気ディスクにインストールする操作時に、インストールを行なうことができないという現象が確認された。従来からCD-ROMに記憶されているアプリケーションを磁気ディスクにインストールする操作は頻繁に行なわれていた。ところが、インストールを行なうことができないという報告がなかったことからすると、記録密度の一層の向上によってCD-ROMドライブ動作が磁気ディスクの位置決め制御を阻害する要因になったものと解される。なお、ここではCD-ROMドライブについて述べたが、それ以外の低周波の機械的振動を励起する装置も磁気ディスクの位置決め制御を阻害する要因となろう。また、ここでいう低周波とは300Hz以下の周波数領域をいう。

【0007】

また、他の1つは携帯電話である。つまり、PC近傍で携帯電話を使用している場合に、磁気ディスクへのデータ読み出しまたは書き込み動作が行なわれない場合があることを確認した。そこで、さらに検討したところ、携帯電話の使用時に発せられる低周波の電氣的なノイズがアクチュエータ機構の制御系に入り込み、その結果としてサーボが追従できなくなることが確認された。

【0008】

ハード・ディスク・ドライブにおいて、磁気ヘッドの位置制御には積分器を含むフィード・バック位置制御を用いている。この積分器は、磁気ヘッドが磁気ディスク上の所定位置に留まっているときに磁気ヘッドにかかるバイアス力を検出

し、次に当該位置にシークしようとするときに、そのバイアス力に相当する電流をVCMコイルに流してあげることでバイアス力をキャンセルすることを目的としている。したがって、そのゲインを大きくすることができない。その結果、低周波の振動およびノイズによる外乱を受けた場合に、サーボの追従性が不十分となる。積分器のゲインを上げることによりサーボの追従性は向上することが予測されるが、そうすると当初の積分器の機能を果たさなくなる。

サーボの追従性が要求されるのは、磁気ヘッドが所定のトラックに留まっているトラック・フォローの状態、換言すればデータの読み出しまたは書き込みを行っている期間ということができる。したがってこの期間には積分器のゲインを大きくする。逆に磁気ヘッドが所定のトラックに移動しているシークの期間には、バイアス力をキャンセルすることを重視した小さいゲインとすればよい。

この手法を達成する具体的手段としては、大小異なるゲインを生成する2つの積分器を設け機能させる積分器を適宜選択する、1つの積分器のゲインを適宜切り替えて生成させる、という少なくとも2つの手段があり得る。

【0009】

したがって、本発明はデータを記憶するディスク状媒体と、前記ディスク状媒体に対してデータの書き込みまたは読み出しを行なうヘッドと、前記ヘッドを前記ディスク状媒体の所定位置に移動させるためのアクチュエータと、前記アクチュエータの駆動を制御することにより前記ヘッドの位置決めを行なうとともに、第1のゲインを生成する第1の積分器と前記第1のゲインよりも大きな第2のゲインを生成する第2の積分器とを有する位置制御手段と、を備えることを特徴とするディスク・ドライブ装置である。

本発明のディスク・ドライブ装置は、第1のゲインを生成する第1の積分器と前記第1のゲインよりも大きな第2のゲインを生成する第2の積分器と、2つの積分器を備えているから、ヘッドの動作状況に応じたゲインを選択することができる。したがって、ヘッドのシーク期間にはバイアス力のキャンセル、トラック・フォローの期間には低周波領域の外乱に対するサーボ追従性を確保することができる。

【0010】

ヘッドの動作状況に応じた積分器を選択するために、前記第 1 の積分器と前記第 2 の積分器とは並列に接続されていることが望ましい。そうすることにより、前記ヘッドが、前記ディスク状媒体の所定位置に移動するシーク動作と、当該位置に留まってデータの書き込みまたは読み出しを行なうフォロー動作とを行なう場合に、前記シーク動作中には前記第 1 の積分器を機能させ、前記フォロー動作中には前記第 2 の積分器を機能させることができる。より具体的には、前記第 1 の積分器と前記第 2 の積分器との間にスイッチ手段を設け、前記シーク動作中には前記スイッチ手段が閉じることにより前記第 1 の積分器が機能し、前記フォロー動作中には前記スイッチ手段が開くことにより前記第 2 の積分器が機能することができる。なお、第 2 の積分器が機能する際に、第 1 の積分器が機能しても良い。

【 0 0 1 1 】

また、本発明はデータを記憶するディスク状媒体と、前記ディスク状媒体の所定位置に移動するシーク動作と、前記所定位置に留まってデータの書き込みまたは読み出しを行なうフォロー動作とを行なうヘッドと、前記ヘッドを前記ディスク状媒体の所定位置に移動させるためのアクチュエータと、前記アクチュエータの駆動を制御することにより前記ヘッドの位置決めを行なうとともに、前記シーク動作中に対応する第 1 のゲインを生成しかつ前記シーク動作から前記フォロー動作に移行すると前記第 1 のゲインとは異なる第 2 のゲインを生成する積分器を有する位置制御手段と、を備えることを特徴とするディスク・ドライブ装置を提供する。

本発明のディスク・ドライブ装置は、前記シーク動作中に対応する第 1 のゲインを生成しかつ前記シーク動作から前記フォロー動作に移行すると前記第 1 のゲインとは異なる第 2 のゲインを生成する積分器を有している。したがって、第 1 のゲインおよび第 2 のゲインをヘッドの動作に応じて設定することにより、ヘッドのシーク期間にはバイアス力のキャンセル、トラック・フォローの期間には低周波領域の外乱に対するサーボ追従性を確保することができる。より具体的には、前記第 2 のゲインは前記第 1 のゲインよりも大きく設定すればよい。

【 0 0 1 2 】

本発明のディスク・ドライブ装置において、前記積分器を、2つの積分器から構成することができる。つまり、前記積分器を、前記第1のゲインを生成する第1の積分器と、前記第2のゲインを生成する第2の積分器とから構成することができる。

また本発明のディスク・ドライブ装置において、前記積分器を単一の積分器から構成することもできる。その場合、前記積分器を、前記シーク動作から前記フォロー動作に移行するに際して、前記積分器のゲインが第1のゲインから第2のゲインに切り替わるように構成すればよい。

【0013】

本発明は、ディスク・ドライブ装置におけるヘッド位置制御方法を提供する。すなわち本発明のヘッド位置制御方法は、データの読み出しまたは書き込みを行なうヘッドの記憶媒体上における位置をサーボ情報に基づいて制御する方法であって、前記ヘッドが前記記憶媒体上を移動している間は第1のゲインに基づいて前記ヘッドの位置制御を行ない、前記ヘッドが前記記憶媒体上の所定の位置に停止している間は前記第1のゲインより大きな第2のゲインに基づいて前記ヘッドの位置制御を行なう、ことを特徴とする。

本発明のヘッド位置制御方法において、前記第1のゲインは、前記ヘッドが前記記憶媒体上を移動しかつ前記所定の位置に停止するまでの動作の安定性を確保する値に設定することができる。また、前記第2のゲインは、前記ヘッドが前記所定の位置に停止している間に、低周波領域、具体的には300Hz以下の周波数領域の外乱に対するサーボ追従性を確保する値に設定することができる。

【0014】

本発明の典型的な適用例として、ハード・ディスク・ドライブがある。

すなわち本発明のハード・ディスク・ドライブは、サーボ情報が記憶された磁気ディスクと、前記磁気ディスク上をシークしかつ所定位置に留まってデータの読み出しまたは書き込みを行なうための磁気ヘッドと、前記磁気ヘッドを前記磁気ディスクの所定位置に移動させるためのアクチュエータと、前記磁気ヘッドが読み出した前記サーボ情報に基づいて前記磁気ヘッドの位置を制御しかつ積分器を有するヘッド位置制御手段と、を備え、前記積分器は、第1のゲインと前記第

1 のゲインより大きな第 2 のゲインとを生成し、かつ前記第 1 のゲインは前記磁気ヘッドがデータの読み出しおよび書き込みを行なわないときに生成し、前記第 2 のゲインは前記磁気ヘッドがデータの読み出しまたは書き込みを行なうときに生成することを特徴とする。

【 0 0 1 5 】

本発明のハード・ディスク・ドライブにおいて、前記第 1 のゲインは、前記磁気ヘッドがシーク状態にあるときに生成させることができる。また本発明のハード・ディスク・ドライブにおいて、前記積分器を、前記第 1 のゲインを生成する第 1 の積分器および前記第 2 のゲインを生成する第 2 の積分器とから構成することができる。さらに前記積分器は、第 1 のゲインおよび第 2 のゲインを切り替えて生成することができる。

【 0 0 1 6 】

【発明の実施の形態】

以下本発明の実施の形態について図面を参照しつつ説明する。

(第 1 の実施形態)

図 1 は本実施の形態によるハード・ディスク・ドライブに適用した実施形態について、図面を参照しつつ詳細に説明する。

図 1 に示すように、ディスク・ドライブ装置としてのハード・ディスク・ドライブ (HDD) 1 は、箱型の例えばアルミニウム合金からなるベース 2 の開放上部をトップ・カバー 3 で封止することによりディスク・エンクロージャ 10 を構成する。例えばプラスチック製のトップ・カバー 3 はベース 2 に矩形棒状のシール部材 (図示せず) を介して、ビス止めされる。したがって、ディスク・エンクロージャ 10 内は気密化されている。なお、図 1 はトップ・カバー 3 の一部を切り欠いた図である。

このディスク・エンクロージャ 10 内には、例えばハブイン構造の 3 相直流サーボモータからなるスピンドルモータ (図示せず) が設けられており、このスピンドルモータによって記憶媒体である磁気ディスク 4 が回転駆動される。磁気ディスク 4 は、HDD 1 に要求される記憶容量に応じて単数または複数枚設置される。

【0017】

また、ディスク・エンクロージャ10内には、アクチュエータ・アーム5が設けられている。このアクチュエータ・アーム5は中間部がピボット軸7を介してベース2上に回動可能に支持されている。アクチュエータ・アーム5の一端部には磁気ヘッド8が、また他端部にはVCM（ボイス・コイル・モータ）コイル6が設けてある。このVCMコイル6と永久磁石を要素とするVCMステータ9とからVCM11が構成される。このVCMコイル6にVCM電流を供給することによりアクチュエータ・アーム5を磁気ディスク4上の所定の位置に向けて回動する。この回動により磁気ヘッド8はシークを実行する。

【0018】

磁気ディスク4は、HDD1が動作しているとき、スピンドルモータのスピンドル軸を中心にして回転駆動され、HDD1が非動作のとき、回転停止（静止）する。磁気ディスク4の表面には、図2に模式的に示すように磁気ディスク4の半径方向に沿って複数の位置情報（サーボ情報）記憶領域60が放射状に形成されており、他の領域にはデータ記憶領域61が形成されている。このサーボ情報を磁気ヘッド8が読み取ることにより磁気ヘッド8の位置を知ることができる。サーボ情報は、トラック識別データおよびバースト・パターンとから構成される。トラック識別情報は各データ・トラックのトラック・アドレスを表す情報である。磁気ヘッド8はこのトラック識別情報を読み取ることにより、磁気ヘッド8の現在位置するトラック位置を判断可能とする。バースト・パターンは各々信号が記録された領域が磁気ディスク4の半径方向に沿って一定間隔で配列されたもので、互いに信号記憶領域の位相が異なる複数の信号記憶領域列で構成されている。このバースト・パターンから出力される信号に基づいて、データ・トラックに対する磁気ヘッド8のずれ量を判定可能とする。

【0019】

磁気ヘッド8は図3に示すような回路によって駆動される。磁気ヘッド8の信号出力は増幅器（AMP）21の入力端に接続されており、磁気ヘッド8のリードエレメントから出力された信号は増幅器（AMP）21で増幅される。増幅器（AMP）21の出力はアナログデジタル変換器（A/D変換器）22を経てマ

イクロ・プロセッシング・ユニット (MPU) 23 に入力される。

MPU 23 は、A/D変換器 22 から入力された信号に基づいて磁気ヘッド 8 の位置を判断し、判断した磁気ヘッド 8 の位置と目標位置との偏差に基づいて磁気ヘッド 8 の位置制御のための信号を VCMドライバ 24 に向けて送出する。VCMドライバ 24 は入力信号に対応して VCM 11 を構成する VCMコイル 6 へ駆動電流を出力する。

図 4 に MPU 23 によって実現される磁気ヘッド 8 の位置決め手段の機能を説明するブロック図を示す。A/D変換器 22 から出力された信号はヘッド現在位置演算部 31 およびバースト・パターン検出部 34 に入力される。バースト・パターン検出部 34 では、入力された信号に基づいて、磁気ヘッド 8 がバースト・パターン記憶領域に対応しているか否かを判断し、結果をヘッド現在位置演算部 31 に出力する。ヘッド現在位置演算部 31 では、バースト・パターン検出部 34 により磁気ヘッド 8 がバースト・パターン記憶領域に対応していると判定されるときに、A/D変換器 22 から出力されている信号を取り込み、該信号に基づいて、磁気ディスク 4 の半径方向に沿った磁気ヘッド 8 の現在位置を演算し、出力する。従って、ヘッド現在位置演算部 31 からは磁気ヘッド 8 の現在位置が所定周期毎に出力される。なお、これらの構成はハードウェアに限らず、ソフトウェアによって実現してもよい。

ヘッド目標位置設定部 35 は、磁気ディスク 4 の半径方向に沿った位置で表した磁気ヘッド 8 の目標位置を設定し、出力する。ヘッド現在位置演算部 31 から出力された磁気ヘッド 8 の現在位置、およびヘッド目標位置設定部 35 から出力されたヘッド目標位置は、ヘッド現在位置信号生成部 32 に各々入力される。ヘッド現在位置信号生成部 32 は各々の信号を比較し、偏差の大きさおよび方向を示す信号 $y(n)$ を出力する。信号 $y(n)$ は主制御部 33 に入力され、この信号 $y(n)$ に基づいて、VCMドライバ 24 に制御信号を送出する。

【0020】

図 5 は MPU 23 の主制御部 33 の構成を示すブロック図である。図 5 に示すように、主制御部 33 は、比例制御器 (ゲイン K_1) 41、第 1 微分器 (ゲイン K_2) 42、第 1 積分器 (ゲイン K_3) 43、第 2 微分器 (ゲイン K_2') 44

、第2積分器（ゲイン $K3'$ ）45、第1スイッチ46、第2スイッチ47およびフィルタ48とから構成される。そして、図5に示すように、比例制御器41に対して第1微分器42、第1積分器43が並列に接続され、かつ、第1積分器43に対して第2微分器44、第2積分器45が並列に接続されている。

比例制御器41は、ネガティブ・フィードバック制御を司る。

第1積分器43および第2積分器45は、各々その機能が異なる。第1積分器43は、磁気ヘッド8が磁気ディスク4上の所定位置に留まっているときに磁気ヘッド8にかかるバイアス力を検出し、次に当該位置にシークしようとするときに、そのバイアス力に相当する電流をVCMコイル6に流してあげることでバイアス力をキャンセルすることを目的としている。バイアス力をキャンセルすることにより、所定位置へのシークを迅速化することができる。この目的を達成するためには、第1積分器43のゲインをあまり高くすることができない。その結果、第1積分器43のみでは、先に述べたように、CD-ROMドライブの駆動による低周波の振動、あるいは携帯電話の使用による低周波ノイズに対して、サーボが追従することができない。そこで本実施の形態において、第2積分器45を設ける。この第2積分器45は、磁気ヘッド8に働くバイアス力のキャンセルという役割を担わないので、第1積分器43よりゲインを大きくしている。つまり、第1積分器43が生成するゲインを $K3$ 、第2積分器45が生成するゲインを $K3'$ とすると、 $K3 < K3'$ となるように、 $K3$ および $K3'$ を設定する。もちろん、第2積分器45のゲインを $K3'$ は、CD-ROMドライブの駆動による低周波の振動、あるいは携帯電話の使用による低周波ノイズに対して低周波領域のサーボ追従特性を向上できるように設定することが重要である。

【0021】

以上のように、第1積分器43および第2積分器45は各々異なる目的をもっている。そして、第1積分器43および第2積分器45は、その機能を発揮すべきタイミングが異なる。第1積分器43は磁気ヘッド8のシーク動作時に機能すべきである。しかし、第2積分器45が磁気ヘッド8のシーク動作時に機能すればシーク動作を不安定にするから、シーク動作完了後の磁気ディスク4上の所定位置に留まるトラック・フォロワーの状態に機能することが望ましい。そこで、第

1 積分器 4 3 に加えて第 2 積分器 4 5 を機能させるためのスイッチ手段として第 1 スイッチ 4 6 および第 2 スイッチ 4 7 とを設けている。第 1 スイッチ 4 6 および第 2 スイッチ 4 7 は、磁気ヘッド 8 のシーク動作に連動して開・閉される。つまり、磁気ヘッド 8 のシーク動作時には第 1 スイッチ 4 6 および第 2 スイッチ 4 7 を閉じることにより第 1 積分器 4 3 のみを機能させる。一方、磁気ヘッド 8 がトラック・フォローの状態、つまりデータの読み出しまたは書き込みを行なう際に、第 1 スイッチ 4 6 および第 2 スイッチ 4 7 を開くことにより第 2 積分器 4 5 をも機能させる。このとき、回路構成によって第 1 積分器 4 3 も同時に機能するが、第 2 積分器 4 5 のみを機能するような回路構成を採用することができる。

【 0 0 2 2 】

図 6 は第 1 積分器 4 3 および第 2 積分器 4 5 個々の周波数特性、ならびに第 1 積分器 4 3 および第 2 積分器 4 5 複合したものの周波数特性を示す。図 6 に示すように、第 1 積分器 4 3 のゲインに比べて第 2 積分器 4 5 のゲインは大きく設定されている。

第 1 積分器 4 3 および第 2 積分器 4 5 だけを設けたのでは、位相が回ってしまい制御系が不安定になる。そこで、第 1 積分器 4 3 および第 2 積分器 4 5 における位相の遅れを補償するために、図 5 に示すように各々に第 1 微分器 4 2 および第 2 微分器 4 4 を併設している。第 1 積分器 4 3 および第 2 積分器 4 5 複合し、かつ第 1 微分器 4 2 および第 2 微分器 4 4 により位相補償した場合の周波数特性を図 7 に示す。

【 0 0 2 3 】

本実施の形態による効果を確認する実験を行なった。実験方法は、本実施の形態による HDD 1 を装着した PC を振動試験機により所定の振動を与えつつ、第 2 積分器 4 5 を機能させたときと機能させないときのサーボ安定性 (Servo Stability Sigma [pes]) を比較した。結果を図 8 に示す。図 8 に示すように、第 2 積分器 4 5 を機能させないときに比べて、第 2 積分器 4 5 を機能させることにより、低周波領域におけるサーボの安定性が向上することが確認された。また、第 2 積分器 4 5 を機能させる場合であっても、ゲインを大きくすることにより、低周波領域におけるサーボ安定性の向上効果が大きくなることがわかる。なお、図

8 中、7 0 H z においてサーボが安定しているのは、ピーク・フィルタを設けているためである。

【 0 0 2 4 】

（第 2 の実施形態）

以上の実施形態では、ゲインの異なる第 1 積分器 4 3 および第 2 積分器 4 5 を設けるとともに、第 2 積分器 4 5 を機能させるタイミングに応じて第 1 スイッチ 4 6 および第 2 スイッチ 4 7 の開閉を制御した。しかし本発明は第 1 積分器 4 3 および第 2 積分器 4 5 と 2 つの積分器を設ける形態に限定されず、1 つの積分器のみでも同様の効果を得ることができる。その例を第 2 の実施形態として図 9 に基づき説明する。なお、第 2 の実施形態による HDD 1 の基本的な構成は第 1 の実施形態による HDD 1 と同様であるので、ここではその相違点、具体的には MPU 2 3 の主制御部 3 3 について説明する。また、第 1 の実施形態と同様の構成についてはその符号を引用することとする。

図 9 は、第 2 の実施形態による主制御部 3 3 の構成を示すブロック図であり、図 9 (a) は磁気ヘッド 8 がシーク動作中の状態を示し、図 9 (b) は磁気ヘッド 8 がトラック・フォローの状態を示している。主制御部 3 3 は、比例制御器 5 1、微分器 5 2、積分器 5 3 およびフィルタ 4 8 とから構成される。第 2 の実施形態において、積分器 5 3 のゲインが可変である。つまり、積分器 5 3 のゲインは、磁気ヘッド 8 がシーク動作の状態には K_{13} であるが磁気ヘッド 8 がトラック・フォローの状態では K_{15} であり、かつ $K_{13} < K_{15}$ を満足する。また、微分器 5 2 のゲインは、磁気ヘッド 8 がシーク動作の状態には K_{12} であるが磁気ヘッド 8 がトラック・フォローの状態には K_{14} であり、かつ $K_{12} < K_{14}$ を満足する。

【 0 0 2 5 】

このように、第 2 の実施形態では、磁気ヘッド 8 のシーク動作に連動して、微分器 5 2 および積分器 5 3 のゲインを変動させる。しかも、磁気ヘッド 8 がシーク動作中にはシーク動作の安定性を考慮してゲインを低く設定し、磁気ヘッド 8 のシーク動作が完了すると低周波領域におけるサーボの追従特性を考慮してゲインを高く設定する。したがって、第 2 の実施形態による HDD 1 においても、第

1 の実施形態と同様の効果を奏することができる。

【 0 0 2 6 】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、シーク動作の安定性を損なうことなく、低周波領域におけるサーボの追従特性を向上することができる。したがって、高記録密度の磁気ディスクにおいても、データの読み出しまたは書き込み動作の待機を低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 第 1 の実施形態による HDD の構成を示す平面図である。

【図 2】 第 1 の実施形態による磁気ディスクにおけるデータ領域、サーボ領域を示す図である。

【図 3】 第 1 の実施形態によるヘッド位置制御に関する構成を示すブロック図である。

【図 4】 第 1 の実施形態によるヘッド位置制御における MPU の構成を示すブロック図である。

【図 5】 第 1 の実施形態によるヘッド位置制御における MPU の主制御部の構成を示すブロック図である。

【図 6】 第 1 の実施形態による積分器の周波数特性を示すグラフである。

【図 7】 第 1 の実施形態による微分器による効果を示すグラフである。

【図 8】 第 1 の実施形態によるサーボ安定性の効果を示すグラフである。

【図 9】 第 2 の実施形態によるヘッド位置制御における MPU の構成を示すブロック図である。

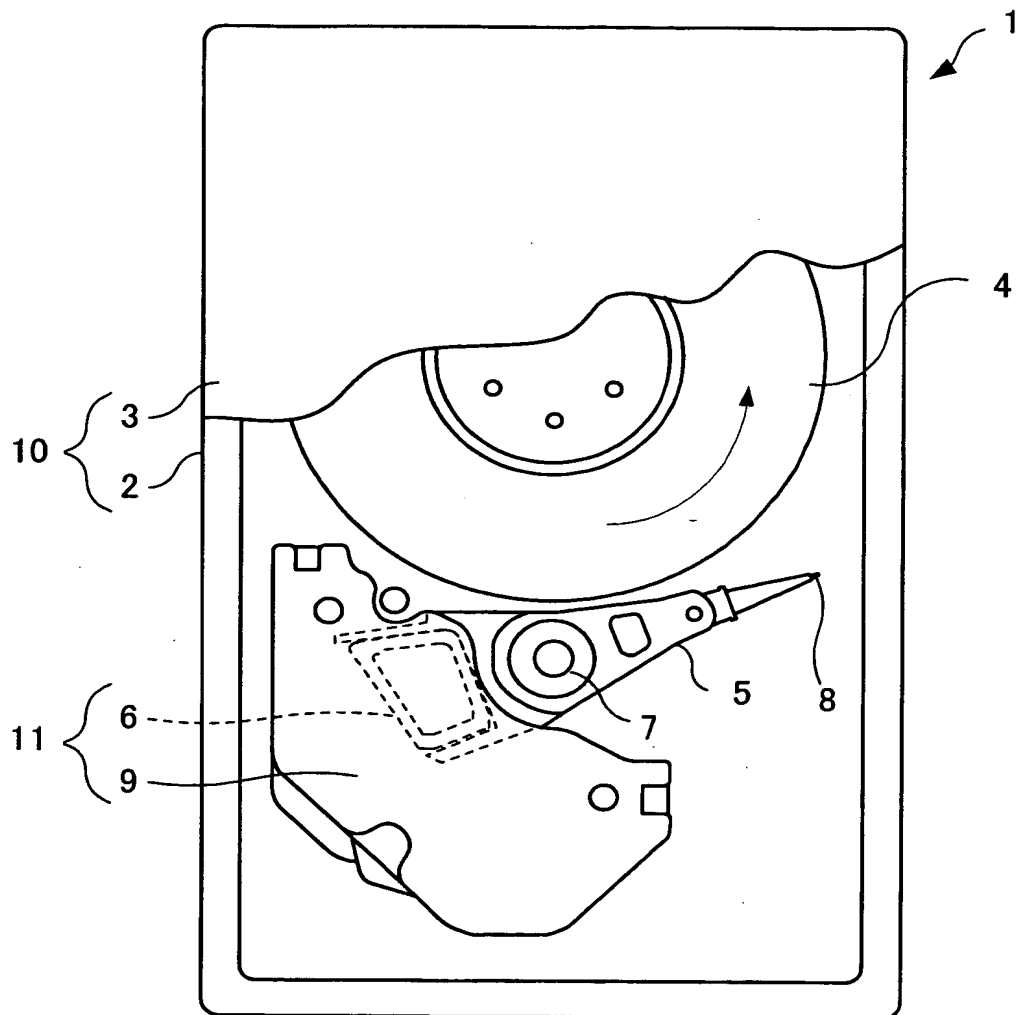
【符号の説明】

1 …ハード・ディスク・ドライブ (HDD)、2 …ベース、3 …トップ・カバー、4 …磁気ディスク、5 …アクチュエータ・アーム、6 …VCM コイル、7 …ピボット軸、8 …磁気ヘッド、9 …VCM ステータ、10 …ディスク・エンクロージャ、11 …VCM、21 …AMP、22 …A/D 変換器、23 …MPU、24 …VCM ドライバ、31 …ヘッド現在位置演算部、32 …ヘッド現在位置信号生成部、33 …主制御部、34 …バースト・パターン検出部、35 …ヘッド目標位

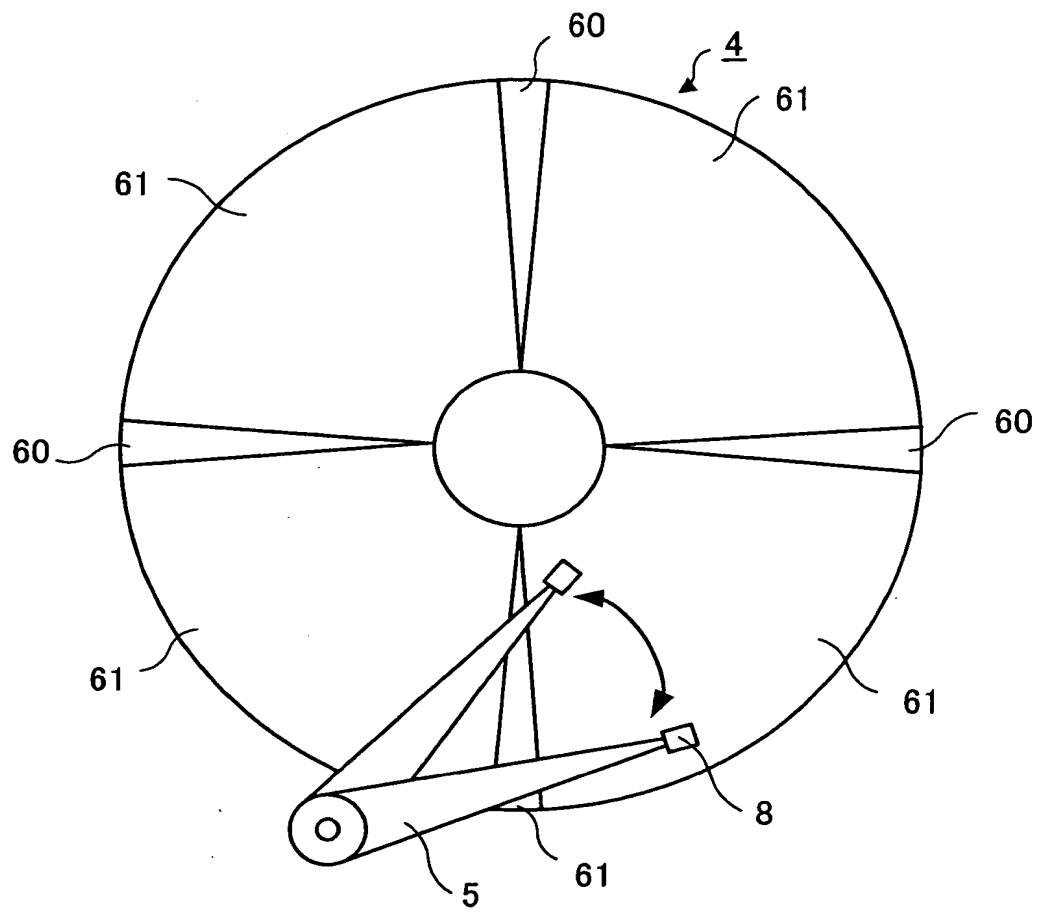
置設定部、4 1, 5 1…比例制御器、4 2…第1微分器、4 3…第1積分器、4 4…第2微分器、4 5…第2積分器、4 6…第1スイッチ、4 7…第2スイッチ、4 8…フィルタ、5 2…微分器、5 3…積分器

【書類名】 図面

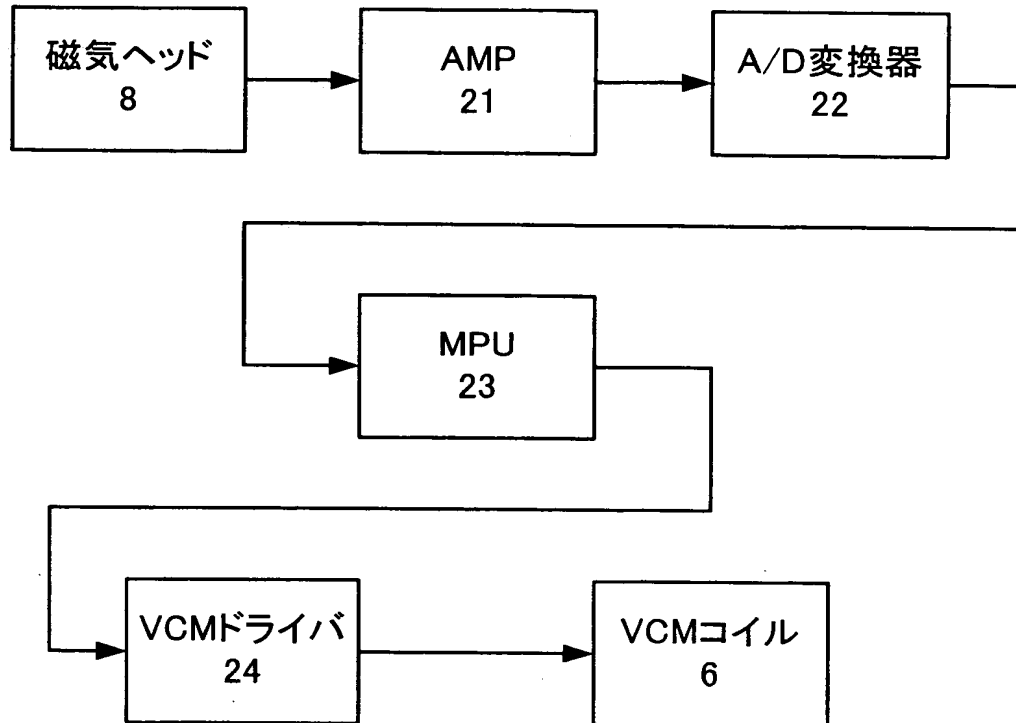
【図 1】



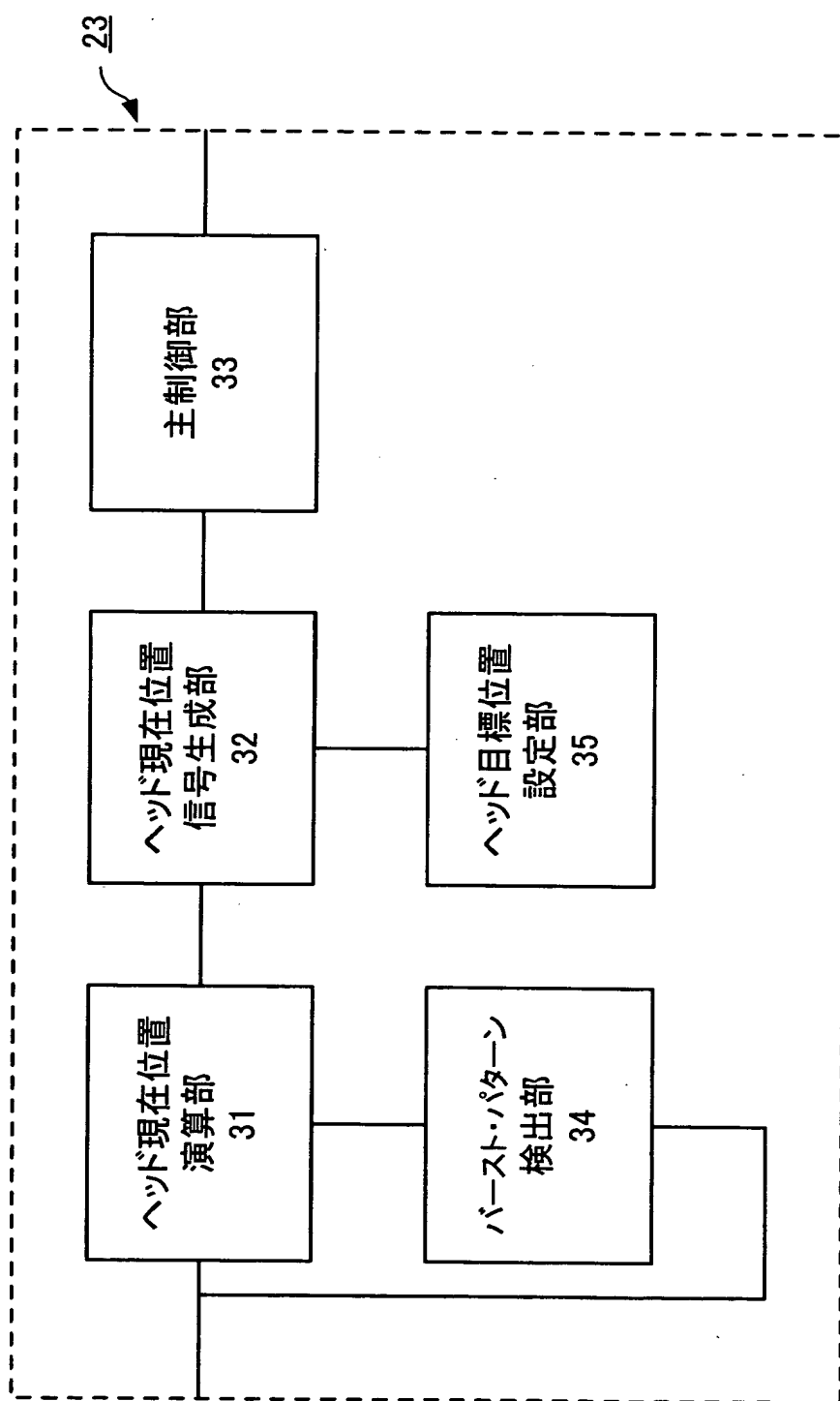
【図 2】



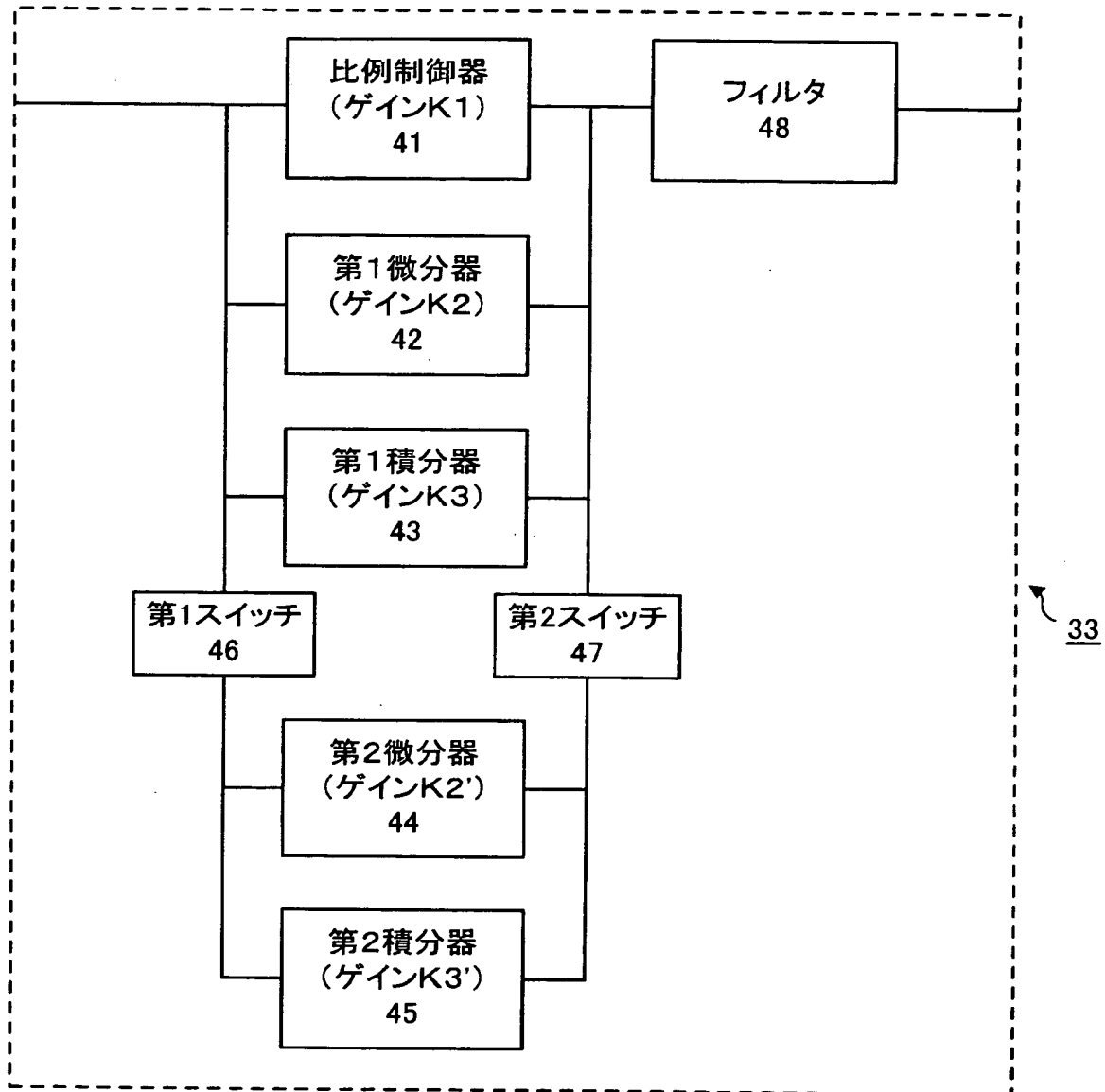
【図 3】



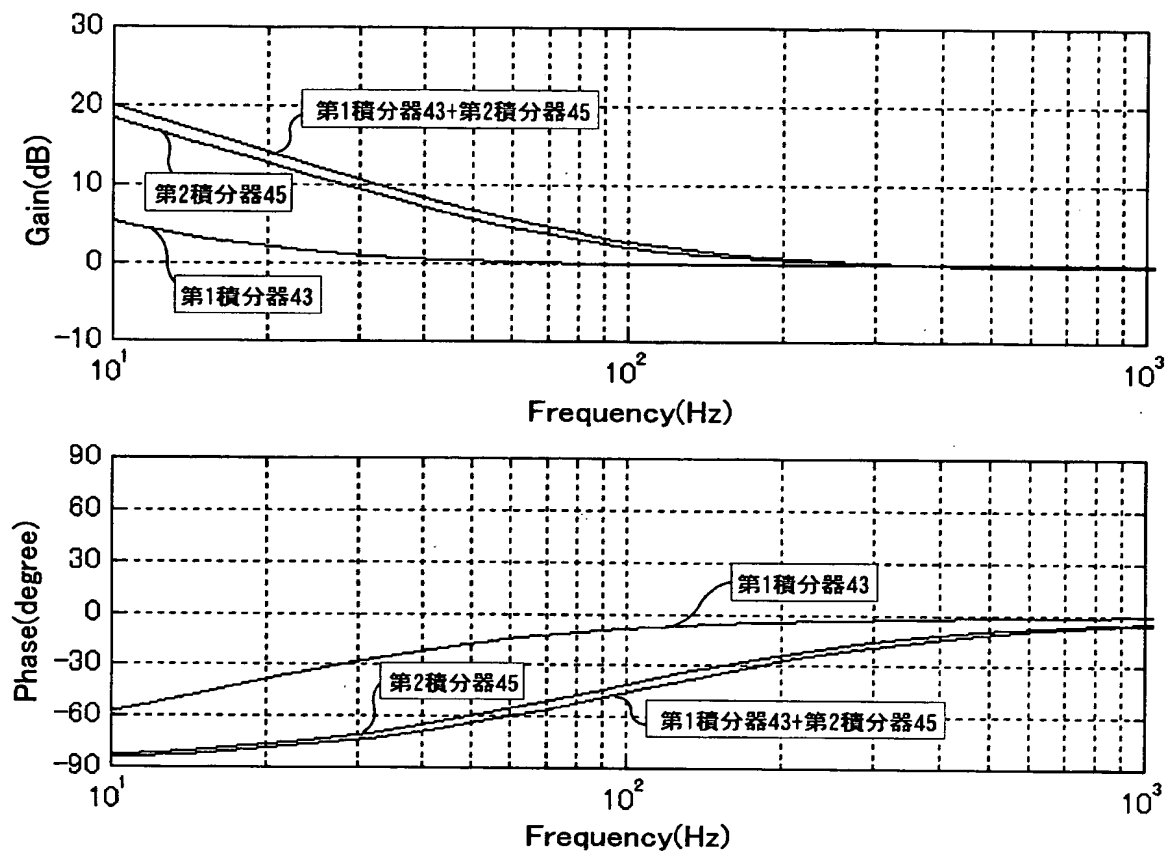
【図 4】



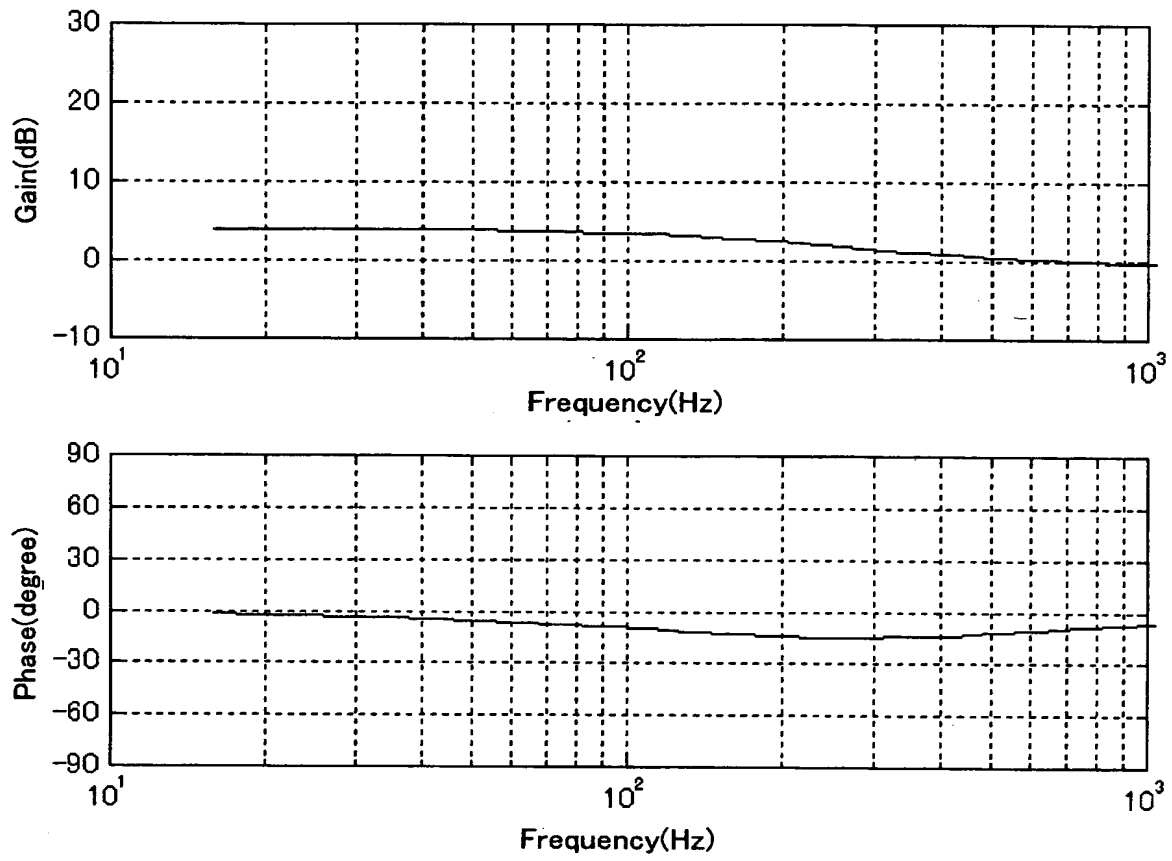
【図 5】



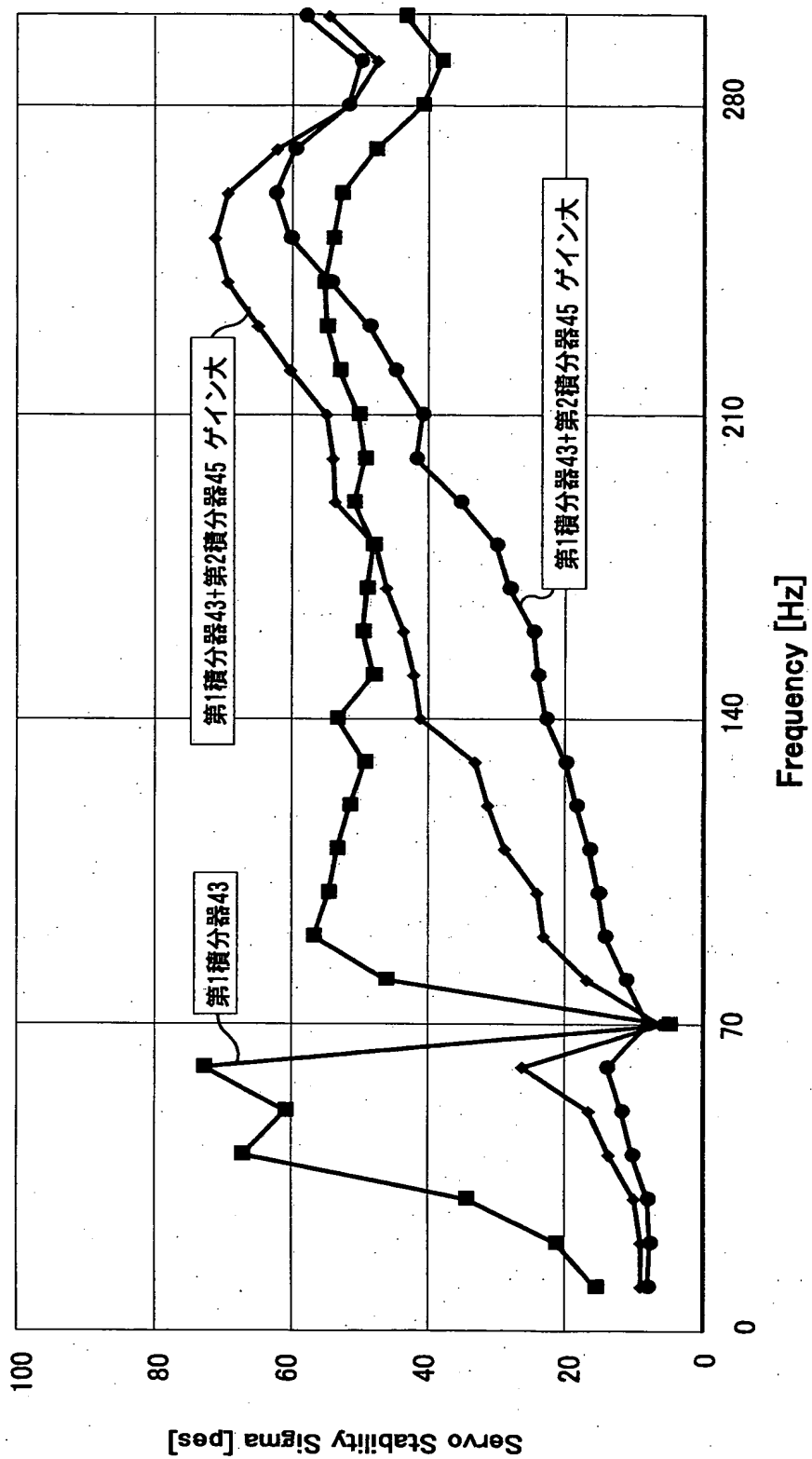
【図 6】



【図 7】

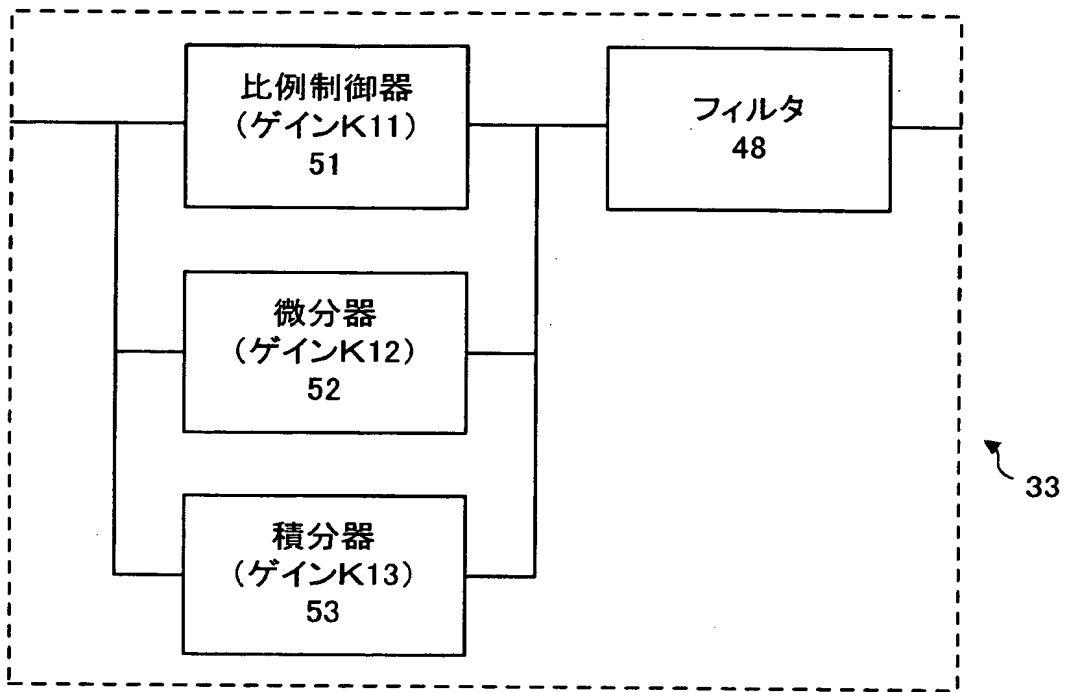


【図 8】

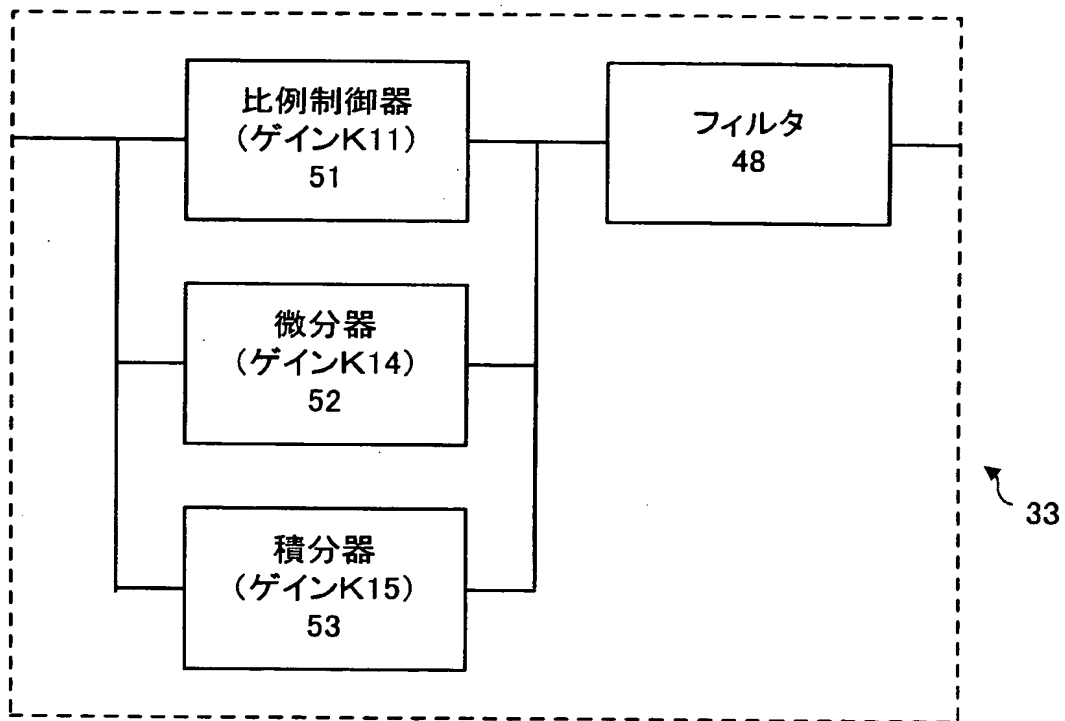


【図 9】

(a)



(b)



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 シーク動作の安定性を損なうことなく、低周波領域におけるサーボの追従特性を向上する。

【解決手段】 磁気ヘッドの位置制御系に、第 1 積分器 4 3 および第 2 積分器 4 5 と 2 つの積分器を設ける。第 1 積分器 4 3 のゲイン K_3 より第 2 積分器 4 5 のゲイン K_3' を大きく設定する。第 1 積分器 4 3 は磁気ヘッドに働くバイアス力のキャンセルという役割を担い、第 2 積分器 4 5 は低周波領域におけるサーボの追従特性を向上する役割を担う。

【選択図】 図 5

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2001-055997
受付番号	50100287173
書類名	特許願
担当官	金井 邦仁 3072
作成日	平成 13 年 4 月 11 日

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】	390009531
【住所又は居所】	アメリカ合衆国 10504、ニューヨーク州 アーモンク (番地なし)
【氏名又は名称】	インターナショナル・ビジネス・マシーンズ・コーポレーション

【代理人】

【識別番号】	100086243
【住所又は居所】	神奈川県大和市下鶴間 1623 番地 14 日本アイ・ビー・エム株式会社 大和事業所内
【氏名又は名称】	坂口 博

【代理人】

【識別番号】	100091568
【住所又は居所】	神奈川県大和市下鶴間 1623 番地 14 日本アイ・ビー・エム株式会社 大和事業所内
【氏名又は名称】	市位 嘉宏

【代理人】

【識別番号】	100106699
【住所又は居所】	神奈川県大和市下鶴間 1623 番 14 日本アイ・ビー・エム株式会社大和事業所内
【氏名又は名称】	渡部 弘道

【復代理人】

【識別番号】	100104880
【住所又は居所】	東京都港区赤坂 5-4-11 山口建設第 2 ビル 6 F セリオ国際特許事務所
【氏名又は名称】	古部 次郎

【選任した復代理人】

【識別番号】	100100077
--------	-----------

次頁有

認定・付加情報（続き）

【住所又は居所】 東京都港区赤坂5-4-11 山口建設第2ビル
6F セリオ国際特許事務所
【氏名又は名称】 大場 充

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [390009531]

1. 変更年月日 2000年 5月16日

[変更理由] 名称変更

住 所 アメリカ合衆国10504、ニューヨーク州 アーモンク (番地なし)

氏 名 インターナショナル・ビジネス・マシーンズ・コーポレーション